

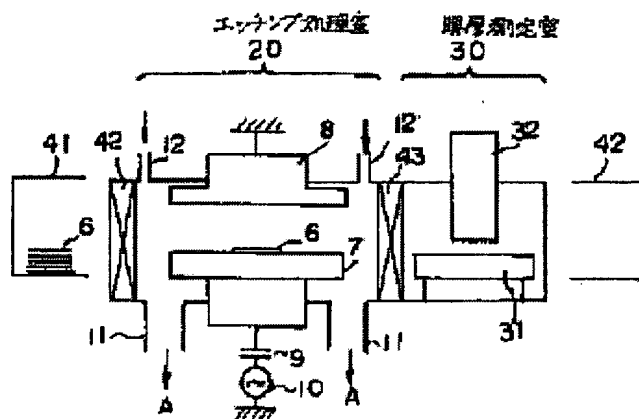
METHOD AND APPARATUS FOR ETCHING

Patent number: JP6084849
Publication date: 1994-03-25
Inventor: SHINOHARA KEIJI
Applicant: SONY CORP
Classification:
 - International: H01L21/302
 - european:
Application number: JP19920255788 19920831
Priority number(s):

Abstract of JP6084849

PURPOSE: To prevent the film thickness after an etching operation of a film to be etched is changed due to an irregularity in the film thickness before the etching operation and to perform the etching operation without irregularity by a method wherein the film thickness after the etching operation of the film to be etched is measured and the etching condition of a next material to be etched is set on the basis of its measured result.

CONSTITUTION: In an etching method wherein a film to be etched on a material 6 to be etched is etched, the film thickness after an etching operation of the film to be etched is measured, and the etching condition of a next material to be etched is set on the basis of the result of the measurement of the film thickness. For example, an Si wafer 6 on which P-SiN as a film to be etched has been formed is set on a cathode electrode 7 in an etching chamber 20, and a plasma etching operation is performed. Then, after the etching operation has been finished, the Si wafer 6 is set on a stage 31 in a film-thickness measuring chamber 30, the film thickness of the P-SiN on the Si wafer 6 is measured by a film-thickness measuring instrument 32, the film thickness is compared with a standard value and the etching time of a next Si wafer is increased or decreased by the portion of a difference.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-84849

(43) 公開日 平成6年(1994)3月25日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 1 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

L 9277-4M

E 9277-4M

F 9277-4M

審査請求 未請求 請求項の数9(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-255788

(22) 出願日 平成4年(1992)8月31日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 篠原 啓二

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高月 亨

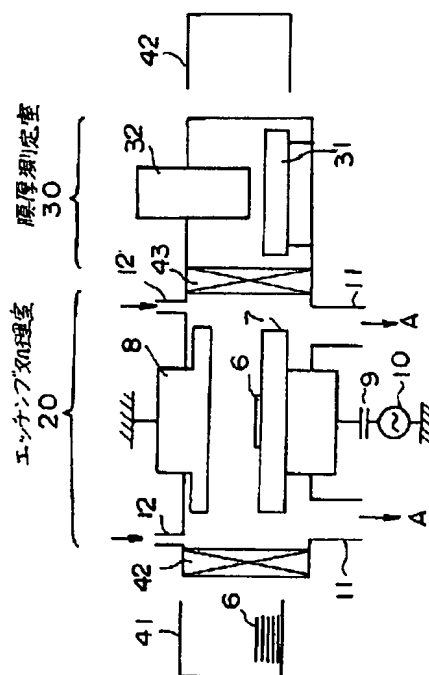
(54) 【発明の名称】 エッチング方法及びエッチング装置

(57) 【要約】

【目的】 被エッチング膜 (S i N膜等) のエッチング前の膜厚のばらつき等による被エッチング膜のエッチング後の膜厚変動を防止して、ばらつきのないエッチングを達成できるエッチング方法及びそれに用いるエッチング装置を提供する。

【構成】 ①被エッチング材 1、6の被エッチング膜 4をエッチングするエッチング方法において、被エッチング膜のエッチング後の膜厚測定を行い、該膜厚測定の結果から次の被エッチング材のエッチング条件 (時間、パワー、ガス系等) を設定する構成のエッチング方法。②エッチング後の被エッチング膜の膜厚測定を行い、該膜厚測定の結果から次に同エッチング処理装置に導入される被エッチング材のエッチング量を演算する機能を有するエッチング装置。

本発明のエッチング処理装置の構成例 (実施例1)



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】被エッチング材の被エッチング膜をエッチングするエッチング方法において、

被エッチング膜のエッチング後の膜厚測定を行い、該膜厚測定の結果から次の被エッチング材のエッチング条件を設定する構成としたことを特徴とするエッチング方法。

【請求項2】設定するエッチング条件が、エッチング時間であることを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項3】設定するエッチング条件が、エッチングパワーであることを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項4】設定するエッチング条件が、エッチングガスの種類及び／または流量であることを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項5】被エッチング材の被エッチング膜をエッチングするエッチング装置において、エッチング後の被エッチング膜の膜厚測定を行い、該膜厚測定の結果から次に同エッチング処理装置に導入される被エッチング材のエッチング量を演算する機能を有することを特徴とするエッチング装置。

【請求項6】被エッチング材の被エッチング膜をエッチングするエッチング装置において、エッチング後の被エッチング膜の膜厚測定を行い、該膜厚測定の結果から次の同エッチング処理装置のエッチング条件を設定する演算機能を有することを特徴とするエッチング装置。

【請求項7】設定するエッチング条件が、エッチング時間であることを特徴とする請求項6に記載のエッチング装置。

【請求項8】設定するエッチング条件が、エッチングパワーであることを特徴とする請求項6に記載のエッチング装置。

【請求項9】設定するエッチング条件が、エッチングガスの種類及び／または流量であることを特徴とする請求項6に記載のエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、エッチング方法及びエッチング装置に関する。本発明は、各種の技術分野におけるエッチング技術として利用することができ、例えば、電子材料（半導体装置等）の製造の際のエッチング技術として利用できる。

【0002】

【従来の技術及びその問題点】例えば半導体装置製造の分野において、微細化・集積化が進行し、ULSI等のパターンルールは益々小さくなり、各膜の微細加工性は以前より重要となってきた。それに伴い、エッチングの終点を判定する技術も進んできており、いくつかは

2

量産でも用いられている。その代表的な例はA1膜エッチングにおける終点判定であり、気相中でA1原子の発光（396nm）を観測する方法は良く知られているところである。また、このような終点判定方法は、絶縁膜である二酸化シリコンのエッチングにおいても一部用いられている。例えば、以下のような条件のガス系にて二酸化シリコンをエッチングする際、フルオロカーボン中の炭素（C）と二酸化シリコン中の酸素（O）が結合してできる一酸化炭素（CO）の発光レベルの強度変化を観測することでエッチングの終点判定を行う技術が知られている。

ガス系：CF₄ / CHF₃ / Ar = 70 / 30 / 450 SCCM

圧力：2.3 Torr

パワー：600W

【0003】ところが、絶縁膜のエッチングにおいて、シリコン拡散層や、配線材料とのコンタクトを取るためのエッチングを行う際、被エッチング面積が非常に小さいため、発光スペクトル変動が小さいので、即ち、S/N比が十分でないで、安定した終点判定はできない。そこで実際には、被エッチング膜より換算されるエッチング時間を設定している場合が多い。

【0004】また、被エッチング膜が平滑化され、エッチングすべき絶縁膜の膜厚が開口すべきコンタクトホール等で異なる場合は、終点の判定（エッチング時間の設定）は更に困難となる。

【0005】更に、絶縁膜の膜厚は、膜を堆積する装置自体、例えばCVD装置自体でばらつきがあり、エッチングを再現性良く行ったとしても、堆積された膜厚の変動によって、オーバーエッチング時間を一定にできないという問題点があった。

【0006】例えば、絶縁膜のエッチング工程において、プラズマで形成した窒化シリコン（以下P-SiNと略記することもある）を厚く形成し、レジスト塗布を行い、その後エッチバック平滑化を行う場合、エッチング時間を一定にしても、P-SiNの初期膜厚の変動によって、平滑化後の状態が大きく異なってくる。とりわけP-SiNは、この初期膜厚の変動が大きく、上記問題が重要である。以下これについて、図2～図5を用いて説明すると、次のとおりである。

【0007】シリコン基板1上に、絶縁膜である二酸化シリコン2を形成し、その上部に配線、例えばアルミニウム配線3を形成する。その後、上部に被エッチング膜4としてP-SiNを配線の厚さ以上に形成する。その上部に平滑化のため、有機膜5（レジスト等）を塗布する。これが図2に示す構造である。

【0008】この状態で、被エッチング膜4たるP-SiNと有機膜5のエッチングレートが等しい状態でエッチバックを行うと、図3に示すように平滑化が達成可能である。

3

【0009】ところが、エッチングレートの安定性が良好でも、P-SiN及び有機膜の膜厚の変動により、平滑化の状況は大きく異なる。例えば、P-SiN及びレジスト膜厚が厚い場合、所定のエッチング条件で、所定の時間エッチバックを行うと、図5で示したように被エッチング膜4であるP-SiNの残り膜厚が厚くなってしまふ。逆にP-SiN及びレジスト膜厚が薄い場合図4に示すように配線3の上部が露出するという問題が生じる。

【0010】

【発明の目的】本発明は上述した問題点を解決して、被エッチング膜のエッチング前の膜厚のばらつき等による被エッチング膜のエッチング後の膜厚変動を防止して、ばらつきのないエッチングを達成できるエッチング方法及びそれに用いるエッチング装置を提供することを目的とする。

【0011】

【問題点を解決するための手段】本出願の請求項1の発明は、被エッチング材の被エッチング膜をエッチングするエッチング方法において、被エッチング膜のエッチング後の膜厚測定を行い、該膜厚測定の結果から次の被エッチング材のエッチング条件を設定する構成としたことを特徴とするエッチング方法であり、これにより上記目的を達成するものである。

【0012】本出願の請求項2の発明は、設定するエッチング条件が、エッチング時間であることを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法であり、これにより上記目的を達成するものである。

【0013】本出願の請求項3の発明は、設定するエッチング条件が、エッチングパワーであることを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法であり、これにより上記目的を達成するものである。

【0014】本出願の請求項4の発明は、設定するエッチング条件が、エッチングガスの種類及び/または流量であることを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法であり、これにより上記目的を達成するものである。

【0015】本出願の請求項5の発明は、被エッチング材の被エッチング膜をエッチングするエッチング装置において、エッチング後の被エッチング膜の膜厚測定を行い、該膜厚測定の結果から次に同エッチング処理装置に導入される被エッチング材のエッチング量を演算する機能を有することを特徴とするエッチング装置であり、これにより上記目的を達成するものである。

【0016】本出願の請求項6の発明は、被エッチング材の被エッチング膜をエッチングするエッチング装置において、エッチング後の被エッチング膜の膜厚測定を行い、該膜厚測定の結果から次の同エッチング処理装置のエッチング条件を設定する演算機能を有することを特徴とするエッチング装置であり、これにより上記目的を達成するものである。

4

【0017】本出願の請求項7の発明は、設定するエッチング条件が、エッチング時間であることを特徴とする請求項6に記載のエッチング装置であり、これにより上記目的を達成するものである。

【0018】本出願の請求項8の発明は、設定するエッチング条件が、エッチングパワーであることを特徴とする請求項6に記載のエッチング装置であり、これにより上記目的を達成するものである。

【0019】本出願の請求項9の発明は、設定するエッチング条件が、エッチングガスの種類及び/または流量であることを特徴とする請求項6に記載のエッチング装置であり、これにより上記目的を達成するものである。

【0020】

【作用】本発明によれば、当初設定したエッチング条件でまず最初の被エッチング材をエッチングして、エッチング後の被エッチング膜の膜厚を測定し、このデータを適正膜厚データとの比較演算等によって次の被エッチング材について適正膜厚を得るエッチング条件を定め、該条件によってその後のエッチングを行うことにより、適正膜厚を得るエッチングを実現できる。

【0021】これは例えば、ロット（例えば25枚の被処理ウェハから成るロット）中の最初の1枚について最初の処理を行って、その後そのロットの被処理ウェハについて同条件でエッチングを行うように実施できる。（ロット中では、エッチング前の被エッチング膜の膜厚変動のばらつきは一般に小さいので、通常、同条件で適正な被エッチング膜厚が得られる。）

【0022】あるいは、被エッチング材1つ1つについて上記のようなフィードバックを行い、個々に条件を設定して次々に処理を行うことにより、一層精度の高い処理を実施できる。

【0023】

【実施例】以下本発明の実施例について、図面を参照して説明する。なお当然のことではあるが、本発明は実施例により限定されるものではない。

【0024】実施例1

本実施例は、微細化・集積化された半導体装置形成の場合について、シリコン基板上に堆積されて形成されたP-SiN膜を被エッチング膜とし、該P-SiNの膜形成時における膜厚データを元に全エッチバック時間を変化させ、P-SiNの残り膜厚を一定にするようにして、本発明を適用したものである。

【0025】図2で示したような被エッチング膜4（P-SiN）上に有機膜5が形成された状態では、被エッチング膜4（P-SiN）、有機膜5の膜厚は、レジスト等の有機膜5が上層に存在するため、非破壊でこれを評価する方法は無く、よって従来はあらかじめ設定された時間エッチバックを行うようにしていたが、このようにすると、P-SiNの残り膜厚は、初期膜厚の変動に影響を受けて、変動する。そこで、変動し易いP-Si

Nの膜厚データを測定して、これに基づいてウェハのロット（例えば25枚毎の構成）毎に次工程のエッチバック時間を調整することにより、残り膜厚の変動を小さくするようにした。

【0026】エッチバック後であれば、シリコン基板1上に被エッチング膜4であるP-SiNが形成された状態となり、このP-SiNの膜厚を非破壊にて評価可能である。このエッチバック後の膜厚測定をウェハ毎に実施すれば、エッチバック後の膜厚ばらつきを大幅に改善することができる。

【0027】本実施例に用いたエッチング装置について、図1を用いて説明する。本装置は、エッチバックを行うエッチング処理室20と、膜厚測定室30より構成されている。

【0028】エッチング処理室20には、被エッチング材であるSiウェハ6を設置するカソード電極7と対向するように接地されたアノード電極8がある。カソード電極7にはブロッキングコンデンサ9を介して、13.56MHzの電力を発生する高周波電源10が接続されている。エッチング処理室内は図示されない排気装置により、ポート11から図示Aの方向に排気されており、エッチングに使用するガスはポート12より供給される。

【0029】Siウェハ6はロード用のキャリア41に一括してセットされ、図示されない搬送アームによりゲートバルブ42を介してエッチング室20のカソード電極7上にセットされる。排気装置にて排気した後、エッチングガスをポート12より供給し、高周波電源10によりカソード電極に高周波を印加し、プラズマ放電を発生させエッチングを行う。

【0030】エッチング終了後、Siウェハ6は図示されない搬送アームによりゲートバルブ43を介して膜厚測定室30のステージ31に設置される。膜厚測定器32により、ウェハ上のP-SiN膜厚を測定した後、図示されない搬送装置によって、Siウェハ6はアンロードキャリア42に収納される。エッチング後、膜厚測定を行い、規格値との比較を行い、差の分だけ次のSiウェハのエッチング時間を増減する。

【0031】本方法によれば、ロット毎の膜厚ばらつき、エッチング装置のばらつきに起因したエッチングレート変動を吸収することが可能で、安定したエッチバックを実現可能である。

【0032】本実施例でエッチング処理した被エッチング材は、図2に示した構造のSiウェハで、これは、シリコン基板1上に絶縁膜である二酸化シリコン2を形成し、その上部に膜厚400nmのアルミニウム配線を形成し、その上部にP-SiN4を620nm形成した後、平滑化のため、有機膜5を350nm塗布して、成るものである。

【0033】この図2の状態、以下の条件にてエッチ

ングを行った。

ガス系：SF₆/O₂ = 15.5/13.5SCCM

圧力：37.9Pa

パワー：325W

【0034】この時のエッチング時間と被エッチング膜4であるP-SiNの残り膜厚との関係を、図6に示す。

【0035】図6によれば、エッチング時間に対して、残り膜厚は直線的に減少している。ここで、平滑化としてはアルミニウム配線の膜厚と同じ膜厚とした方が良好で、P-SiNの残り膜厚は400nmとした方が好適である。

【0036】ところが、エッチング装置の特性は日常変動しており、エッチングレートは±5%程度は変動している。また、P-SiN形成時の成膜レートも±10%程度の変動がある。従って図6より61.5secに設定し、残り膜厚を400nmにしようとしても、P-SiN膜厚、エッチングレート変動によって残り膜厚が変動する。

【0037】そこで、本実施例においては、エッチング後のP-SiN膜厚を測定後、設定した膜厚からずれている分を次のウェハ処理にフィードバックするものである。設定しているP-SiNの残り膜厚をT₀、P-SiNのエッチングレートをER（P-SiN）、n枚目のP-SiNの残り膜厚をT_n、n+1枚目のP-SiNの残り膜厚をT_{n+1}、時間をt（sec）とする。

【0038】n枚目のエッチングで発生した設定膜厚とのばらつきは

$$T_0 - T_n$$

である。

【0039】このばらつきを無くすにはエッチング時間を以下の分だけ変動させる。

$$(T_0 - T_n) / ER (P-SiN)$$

【0040】設定していたエッチング時間をt₀とするとn+1枚目のエッチングでは

$$t_0 - (T_0 - T_n) / ER (P-SiN)$$

とすることで、エッチングレート変動分を補正することが可能となり、P-SiNの残り膜厚の安定化が可能となる。この膜厚測定をインラインで実施することにより、装置のスループットを低下させることが無い。

【0041】n枚目のエッチング終了後、膜厚測定装置で膜厚測定している時には、n+1枚目のウェハはエッチングが開始されており、膜厚測定の結果がフィードバックされ、n+1枚目のエッチング終了時間に反映される。

【0042】本実施例では、具体的に次の条件によりエッチングを行った。即ち例えば被エッチング膜4であるP-SiNが620nm、有機膜5であるレジストが350nm形成されたサンプルを、以下の条件にてエッチ

7

ガス系: $\text{SF}_6 = 15.5 \text{ SCCM}$ $\text{O}_2 = 13.5 \text{ SCCM}$ 圧力: 37.9 Pa パワー: 325 W

【0043】被エッチング膜4であるP-SiNを400nm残してエッチングをストップするには、グラフより61.5secとしたが、エッチングレートの変動、P*

$$t_0 - (T_0 - T_1) / \text{ER (P-SiN)}$$

$$(400 - 385.3) \times 60$$

$$61.5 - \frac{(400 - 385.3) \times 60}{571.2} = 61.5 - 1.5$$

$$= 60 \text{ sec}$$

となる。

【0044】よって次のウェハを60secで処理したところ、P-SiNの残り膜厚は400nmと、狙い通りとなった。

【0045】本実施例によれば、エッチング装置の被エッチング材であるウェハ間の変動をフィードバックできるため、高精度のエッチングが可能となる。また、平滑化時の下地膜厚のウェハ間変動を抑えることが可能となり、半導体装置の信頼性を向上させることができる。

【0046】実施例2

実施例1においては、調整するエッチング条件をエッチング時間とし、エッチング時間を変えて所期の膜厚を得るようにしたのに対し、本実施例では、エッチングパワーを325Wから、実施例1と同様な検量グラフを用いて得た量だけパワーを落とすようにして、エッチング後の残り膜厚を大きくするようにした。本実施例でも、被エッチング材たるウェハ間のエッチングのばらつきが抑制できた。

【0047】実施例3

本実施例では、エッチングガス流量について、実施例1と同様な検量グラフを予め得ておいて、これに基づいて流量を落として、エッチング後の残り膜厚を大きくするようにした。本実施例でも、被エッチング材たるウェハ間のエッチングのばらつきが抑制できた。

【0048】エッチングガスの種類（成分や組成比）を

8

*-SiN膜厚の変動、レジスト膜厚の変動よりP-SiN膜の残り膜厚は385.3nmであった。狙い膜厚との差は

$$400 - 385.3 = 14.7 \text{ nm}$$

であった。上記条件でのP-SiNのエッチングレートは571.2nm/minで、前述の式より

変えることによって、同様の作用をもたせることができる。

【0049】

【発明の効果】本発明のエッチング方法及びエッチング装置によれば、被エッチング膜のエッチング前の膜厚のばらつき等がある場合でも、被エッチング膜のエッチング後の膜厚変動を防止して、ばらつきのないエッチングを達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエッチング装置の構成例を示すもので、実施例1で使用のエッチング装置の構成図である。

【図2】被エッチング材のエッチングの前の構造を示す図である。

【図3】被エッチング材のエッチングの後の構造を示す図である(1)。

【図4】被エッチング材のエッチングの後の構造を示す図である(2)。

【図5】被エッチング材のエッチングの後の構造を示す図である(3)。

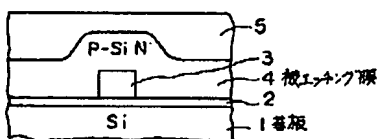
【図6】P-SiN残膜厚のエッチング時間依存性を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 基板
- 4 被エッチング膜 (P-SiN膜)
- 6 被エッチング材 (Siウェハ)

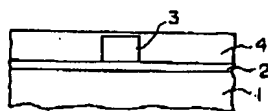
【図2】

エッチング前の構造を示す図



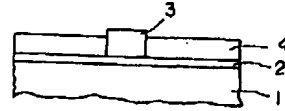
【図3】

エッチング後の構造を示す図(1)



【図4】

エッチング後の構造を示す図(2)



7

ガス系: $\text{SF}_6 = 15.5 \text{ SCCM}$ $\text{O}_2 = 13.5 \text{ SCCM}$ 圧力: 37.9 Pa パワー: 325 W

【0043】被エッチング膜4であるP-SiNを400 nm残してエッチングをストップするには、グラフより615 secとしたが、エッチングレートの変動、P*

$$t_0 - (T_0 - T_1) / ER (P-SiN)$$

$$(400 - 385.3) \times 60$$

$$61.5 - \frac{571.2}{571.2} = 61.5 - 1.5$$

$$= 60 \text{ sec}$$

となる。

【0044】よって次のウェハーを60 secで処理したところ、P-SiNの残り膜厚は400 nmと、狙い通りとなった。

【0045】本実施例によれば、エッチング装置の被エッチング材であるウェハー間の変動をフィードバックできるため、高精度のエッチングが可能となる。また、平滑化時の下地膜厚のウェハー間変動を抑えることが可能となり、半導体装置の信頼性を向上させることができる。

【0046】実施例2

実施例1においては、調整するエッチング条件をエッチング時間とし、エッチング時間を変えて所期の膜厚を得るようにしたのに対し、本実施例では、エッチングパワーを325 Wから、実施例1と同様な検量グラフを用いて得た量だけパワーを落とすようにして、エッチング後の残り膜厚を大きくするようにした。本実施例でも、被エッチング材たるウェハー間のエッチングのばらつきが抑制できた。

【0047】実施例3

本実施例では、エッチングガス流量について、実施例1と同様な検量グラフを予め得ておいて、これに基づいて流量を落として、エッチング後の残り膜厚を大きくするようにした。本実施例でも、被エッチング材たるウェハー間のエッチングのばらつきが抑制できた。

【0048】エッチングガスの種類（成分や組成比）を

8

*-SiN膜厚の変動、レジスト膜厚の変動よりP-SiN膜の残り膜厚は385.3 nmであった。狙い膜厚との差は

$$400 - 385.3 = 14.7 \text{ nm}$$

であった。上記条件でのP-SiNのエッチングレートは571.2 nm/minで、前述の式より

$$= 60 \text{ sec}$$

変えることによっても、同様の作用をもたせることができる。

【0049】

【発明の効果】本発明のエッチング方法及びエッチング装置によれば、被エッチング膜のエッチング前の膜厚のばらつき等がある場合でも、被エッチング膜のエッチング後の膜厚変動を防止して、ばらつきのないエッチングを達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエッチング装置の構成例を示すもので、実施例1で使用するエッチング装置の構成図である。

【図2】被エッチング材のエッチングの前の構造を示す図である。

【図3】被エッチング材のエッチングの後の構造を示す図である(1)。

【図4】被エッチング材のエッチングの後の構造を示す図である(2)。

【図5】被エッチング材のエッチングの後の構造を示す図である(3)。

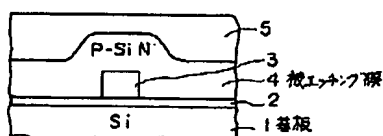
【図6】P-SiN残膜厚のエッチング時間依存性を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 被エッチング膜 (P-SiN膜)
- 3 被エッチング材 (Siウェハー)

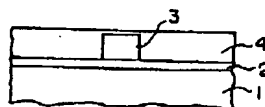
【図2】

エッチング前の構造を示す図



【図3】

エッチング後の構造を示す図(1)



【図4】

エッチング後の構造を示す図(2)

